

PARTIAL ENGLISH TRANSLATION OF JAPANESE LAID-OPEN PATENT
9-305791

WHAT IS CLAIMED IS:

5

1. A three-dimensional image generation apparatus for generating a two-dimensional projected image of a three-dimensional object, comprising:

rendering parameter input means for inputting a
10 rendering parameter containing information specifying at least a viewpoint position and the direction of line of sight;

three-dimensional model input means for inputting a three-dimensional model acquired by defining the surface
15 of the three-dimensional object as a cluster of polygons in a three-dimensional space;

hidden-line/hidden-surface erasing processing means for grouping the polygons constituting the three-dimensional model into a plurality of clusters, as
20 parts, each containing those of the polygons that are contained in one (1) of the boundary cubes not overlapping each other in the three-dimensional space, and for determining the order of the states of overlapping between the parts when viewed from the viewpoint and the order,
25 for each part, of the state of overlapping between the polygon surfaces within each part when viewed from the viewpoint; and

output means for projecting each constituent polygon surface respectively onto a two-dimensional plane according to the order determined by the hidden-line/hidden-surface erasing processing means and
5 for outputting the projected image as a two-dimensional image.

2. The three-dimensional image generation apparatus according to claim 1, further comprising:
10 part drawing priority determining means for determining, for each of the plurality of parts, the drawing priority with which each of the parts can be over-drawn one on another such that the hidden lines/hidden surfaces in each of the parts appearing when viewed from the viewpoint
15 are erased; and

surface drawing priority determining means for determining, for each of the plurality of the parts, the drawing priority with which the polygon surfaces can be over-drawn one on another such that the hidden lines/hidden
20 surfaces of each of the polygon surfaces in each of the parts appearing when viewed from the viewpoint are erased, characterized in that:

the output means projects each of the constituent polygon surfaces of the stereoscopic model onto a
25 two-dimensional plane according to the part/surface drawing priority determined by the part/surface drawing priority determining means respectively.

3. The three-dimensional image generation apparatus according to claim 1, wherein

the boundary cubes are acquired by dividing the
5 three-dimensional object into a plurality of groups according to the spatial position relations, and each of the boundary cubes includes all the polygons in the group in it and is constituted by surfaces parallel to the X-Y plane, the Y-Z plane or the Z-X plane.

10

4. A three-dimensional image generation method for generating a two-dimensional projected image of a three-dimensional object based on a stereoscopic model acquired by defining the three-dimensional object as a
15 cluster of polygons in a three-dimensional space, wherein

the polygons constituting the stereoscopic model are grouped into a plurality of clusters, as parts, each containing those of the polygons that are contained in one (1) of the boundary cubes not overlapping each other in
20 the three-dimensional space, wherein

the order of the states of overlapping between the parts when viewed from the viewpoint and the order, for each part, of the state of overlapping between the polygon surfaces within each part when viewed from the viewpoint
25 are determined, and wherein

each constituent polygon surface are projected respectively onto a two-dimensional plane according to the

order determined by the hidden-line/hidden-surface erasing processing means and for outputting the projected image as a two-dimensional image.

5 5. The three-dimensional image generation method according to claim 4, wherein

for each of the plurality of parts, the part drawing priority with which the parts can be over-drawn one after another such that the hidden lines/hidden surfaces in each
10 of the parts appearing when viewed from the viewpoint are erased, and, for each of the plurality of parts, the drawing priority with which the polygon surfaces can be over-drawn one after another such that the hidden lines/hidden surfaces of each of the polygon surfaces in each of the
15 parts appearing when viewed from the viewpoint are erased are acquired respectively as the priority of the parts and the priority of the surfaces of the parts, and wherein
the two-dimensional projected image is acquired by over-drawing the constituent polygon surfaces of the
20 stereoscopic model according to the priority of the parts and the priority of the surfaces of the parts.

6. The three-dimensional image generation method according to claim 4, wherein

25 the boundary cubes are acquired by dividing the three-dimensional object into a plurality of groups according to the spatial position relations, and each of

the boundary cubes includes all the polygons in the group in it and is constituted by surfaces parallel to the X-Y plane, the Y-Z plane or the Z-X plane, and wherein

the order of the states of overlapping between the
5 parts is acquired by, for the order of the state of overlapping between two (2) optional boundary cubes when viewed from the viewpoint, examining the state of overlapping between the surfaces constituting each of the two (2) cubes.

10

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-305791

(43)Date of publication of application : 28.11.1997

(51)Int.Cl. G06T 15/40

(21)Application number : 08-117815

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 13.05.1996

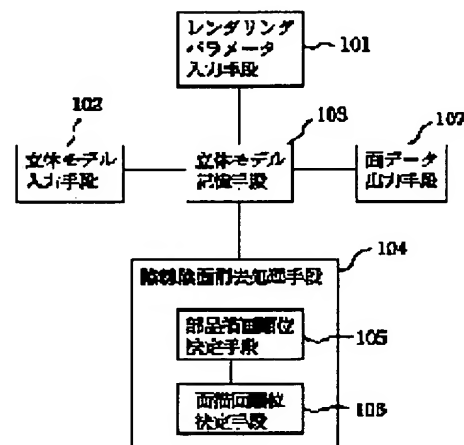
(72)Inventor : ISHII HIROSHI

(54) DEVICE AND METHOD FOR GENERATING THREE-DIMENSIONAL IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a three-dimensional(3D) image generator with which hidden line/hidden face erasing processing can be performed at high speed in the storage area of small scale.

SOLUTION: This 3D image generator has a rendering parameter input means 101 for inputting a rendering parameter containing information specifying a view point position and a glance direction at least, 3D model input means 102 for inputting a 3D model defining a 3D object as the cluster of polygons inside the 3D space, hidden line/hidden face erasing processing means 104 for clustering the polygons consisting of the 3D model into plural parts of groups included in boundary cubes not to be mutually overlapped on the 3D space and for discriminating the order of state of overlapping the respective parts watched from a view point and the order of state of overlapping respective faces inside the parts watched from the view point, and face data output means 107 for projecting the respective constitutive faces onto a 2D plane according to the discriminated order and outputting it as a 2D image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.05.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.04.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-305791

(43)公開日 平成9年(1997)11月28日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 6 T 15/40

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/72

技術表示箇所

4 2 0

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平8-117815

(22)出願日 平成8年(1996)5月13日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 石井 博

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

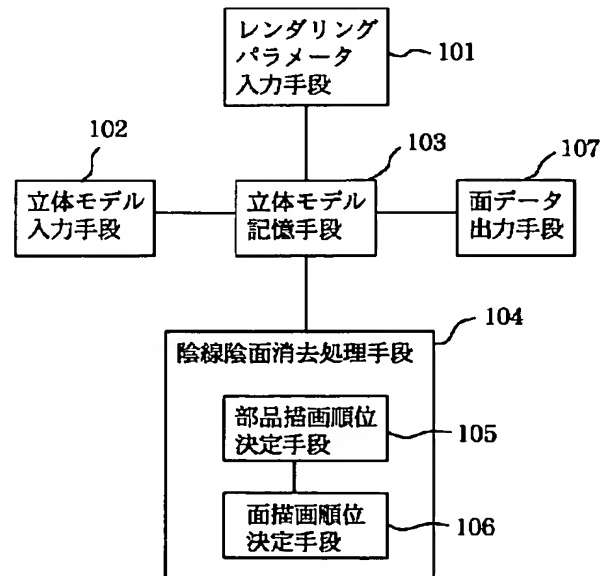
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 立体画像生成装置および立体画像生成方法

(57)【要約】

【課題】小規模な記憶領域で陰線陰面消去処理を高速に行うことのできる立体画像生成装置を提供する。

【解決手段】少なくとも視点位置と視線の方向とを規定する情報を含んだレンダリングパラメータを入力するレンダリングパラメータ入力手段101と、3次元物体を3次元空間内の多角形の集合体として定義した立体モデルを入力する立体モデル入力手段102と、立体モデルを構成する多角形を3次元空間上で互いに重なることのない境界立方体に包含されるまとまりでグループ分けして複数の部品とし、視点から見た場合の各部品の重なり具合の序列、および各部品毎の、視点から見た場合の部品内の各面の重なり具合の序列を判定する陰線陰面消去処理手段104と、立体モデルの各構成面を、その判定された序列に従って2次元平面に投影して2次元画像として出力する面データ出力手段107とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3 次元物体の 2 次元投影画像を生成する立体画像生成装置において、少なくとも視点位置と視線の方向とを規定する情報を含んだレンダリングパラメータを入力するレンダリングパラメータ入力手段と、前記 3 次元物体を 3 次元空間内の多角形の集合体として定義した立体モデルを入力する立体モデル入力手段と、前記立体モデルを構成する多角形を前記 3 次元空間上で互いに重なることのない境界立方体に包含されるまとまりでグループ分けして複数の部品とし、視点から見た場合の各部品の重なり具合の序列、および各部品毎の、視点から見た場合の部品内の各面の重なり具合の序列を判定する陰線陰面消去処理手段と、前記立体モデルの各構成面を、前記陰線陰面消去処理手段にて判定された序列に従って 2 次元平面に投影して 2 次元画像として出力する出力手段と、を有することを特徴とする立体画像生成装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の立体画像生成装置において、前記陰線陰面消去処理手段は、前記複数の部品に関し、視点から見た場合の各部品の陰線陰面が消去されるような部品の重ね書きを行うことができる描画順位を決定する部品描画順位決定手段と、前記複数の部品毎に、視点から見た場合の部品内の各面の陰線陰面が消去されるような面の重ね書きを行うことができる描画順位を決定する面描画順位決定手段と、を有し、前記出力手段が、前記部品描画順位決定手段および面描画順位決定手段にて決定された部品および面の描画順位に従って、前記立体モデルの各構成面を 2 次元平面に投影することを特徴とする立体画像生成装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の立体画像生成装置において、前記境界立方体は、前記 3 次元物体を空間的な位置関係により複数のグループ分けしたものであって、グループ中の全ての多角形を包含し、かつ、 $X-Y$ 平面、 $Y-Z$ 平面、 $Z-X$ 平面に平行な面で構成されることを特徴とする立体画像生成装置。

【請求項 4】 3 次元物体を 3 次元空間内の多角形の集合体として定義した立体モデルを基に、前記 3 次元物体の 2 次元投影画像を生成する立体画像生成方法において、前記立体モデルを構成する多角形を、前記 3 次元空間上で互いに重なることのない境界立方体に包含されるまとまりでグループ分けして複数の部品とし、視点から見た場合の各部品の重なり具合の序列、および各部品毎の、視点から見た場合の部品内の各面の重なり具合の序列を判定し、該判定された序列に従って前記立体モデルの各構成面を 2 次元平面に投影することにより前記 2 次元投

影画像を得ることを特徴とする立体画像生成方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の立体画像生成方法において、前記複数の部品について、視点から見た場合の各部品の陰線陰面が消去されるような部品の重ね書きを行うことができる部品描画順位を求めてこれを前記部品の序列とし、さらに各部品毎に、視点から見た場合の部品内の各面の陰線陰面が消去されるような面の重ね書きを行うことができる面描画順位を求めてこれを前記部品の各面の序列とし、これら部品描画順位および面描画順位に従って前記立体モデルの各構成面を重ね書きすることにより前記 2 次元投影画像を得ることを特徴とする立体画像生成方法。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の立体画像生成方法において、前記境界立方体は、前記 3 次元物体を空間的な位置関係によりグループ分けしたものであって、グループ中の全ての多角形を包含し、かつ、 $X-Y$ 平面、 $Y-Z$ 平面、 $Z-X$ 平面に平行な面で構成されており、前記部品の重なり具合の序列は、任意の 2 つの境界立方体に関して視点から見た場合の重なり具合の序列を、それぞれの立方体を構成する面の重なり具合を検査することにより行われることを特徴とする立体画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、3 次元物体の 2 次元投影画像を生成する立体画像生成装置および生成方法に関し、特に立体化した文字列の 2 次元投影画像を生成する立体画像生成装置および生成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、3 次元物体の 2 次元投影画像を生成する立体画像生成装置では、3 次元空間上の物体を定義するモデリング処理と、定義された 3 次元物体に彩色および陰影付け（シェーディング）を行う処理と、物体の裏側や他の物体のかけになり視点から見えない線（陰線）または面（陰面）を 2 次元投影画像上に反映されないようにする陰線または陰面消去処理を施して 2 次元平面に投影することで 2 次元画像を生成するレンダリング処理とが行われる。

【0003】 レンダリング処理における陰線陰面消去処理は、3 次元画像処理の問題の 1 つとして認識されており、いくつかの実現方法が知られている。

【0004】 第 1 の一般的な処理方法の 1 つとして Z バッファ法がある。Z バッファ法は、フレームバッファ上の各画素に対応させて奥行き情報を記憶する Z バッファを設け、3 次元物体の構成面を書き込む際に画素毎に奥行きの値を計算し、Z バッファの奥行きの値と書き込もうとしている画素の奥行き値とを比較する方法である。Z バッファの値よりも書き込む画素の方が手前に位置する場合には、フレームバッファに画素の値を書き込

み、対応するZバッファの値も更新する。一方、Zバッファの値よりも書き込む画素の方が奥に位置する場合は、フレームバッファへの書き込みおよびZバッファの更新は行わず、画素の値を破棄する。これにより、3次元物体の全ての表面の書き込みを終えた時点で、フレームバッファには最も手前に位置する画素の値が記憶されることになる。

【0005】第2の方法としてスキャンライン法が知られている。このスキャンライン法では、3次元物体を投影面と直交する水平面での断面で考える。水平面上では物体を構成する多角形は線分として示される。さらに、この水平面上で物体の投影面への投影像を考えると、物体を構成する多角形は直線上の区間として示される。区間同士が重なっている場合には、重なり部分を分割して独立した区間と考える。区間内で対応する元々の3次元上の多角形の奥行き順を検査して、一番投影面に近い多角形を投影像に書き込む。水平面をスクリーンの上から下まで画素の1行分ずつずらして同様の処理を繰り返すことで、2次元投影像を完成させる。

【0006】第3の方法として、特開5-210745号公報に開示されている方法がある。位相ソートを効率よく遂行するために、物体を構成する各多角形に対して着目した多角形以外の多角形を、着目した多角形を隠すか否かで分類し、これをリストにして記憶しておく方法である。この方法では、位相ソートを行う場合には、リストを参照することで重なりを生じていない多角形同士の判定を省くようにしている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】第1の方法であるZバッファ法においては、奥行き判定を画素単位で行うために単純なアルゴリズムで実現できるものの、フレームバッファの他に奥行き値を記憶するZバッファが必要となる。Zバッファとしての記憶領域は、出力する2次元画像の画素数に比例した大きさが必要であり、精細な画像を出力する場合には多大な記憶領域を必要とするという問題があった。また、画素単位の奥行き判定処理が必要なことと、隠れ面部分の画素に対しても一通りの処理を必要とするため処理時間も膨大となるという問題点があった。

【0008】第2の方法であるスキャンライン法においては、線分単位で奥行き判定を行うことと、線分単位でソートした結果に基づいて、最前部に位置するスキャンライン上の区間についてしか書き込み処理を行わないためにZバッファ法と比べると高速であるものの、この方法も出力画像のライン数に比例して処理回数が増大することと、スキャンライン上の区間に対応した多角形の並び替えを行うために記憶領域を必要とするという問題点があった。また、並び替えのための区間を分割する必要があるなど処理が複雑であり、処理装置の規模が増大するという問題点があった。

【0009】第3の方法である特開5-210745号公報に開示されている方法においては、面単位で着目して位相ソートを行うために処理回数は出力画像の大きさには依存しないが、物体を構成する各多角形に対して他の全ての多角形との位置関係を検査するために処理時間が長くなることと、位置関係を検査した結果をそれぞれの面に対応したリストで記憶するために大きな記憶領域を必要とするという問題点があった。

【0010】本発明の目的は、かかる問題点を解決し、小規模な記憶領域で陰線陰面消去処理を高速に行うことのできる立体画像生成装置および立体画像生成方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の立体画像生成装置は、3次元物体の2次元投影画像を生成する立体画像生成装置において、少なくとも視点位置と視線の方向とを規定する情報を含んだレンダリングパラメータを入力するレンダリングパラメータ入力手段と、前記3次元物体を3次元空間内の多角形の集合体として定義した立体モデルを入力する立体モデル入力手段と、前記立体モデルを構成する多角形を前記3次元空間上で互いに重なることのない境界立方体に包含されるまとまりでグループ分けして複数の部品とし、視点から見た場合の各部品の重なり具合の序列、および各部品毎の、視点から見た場合の部品内の各面の重なり具合の序列を判定する陰線陰面消去処理手段と、前記立体モデルの各構成面を、前記陰線陰面消去処理手段にて判定された序列に従って2次元平面に投影して2次元画像として出力する出力手段と、を有することを特徴とする。

【0012】上記の場合、前記陰線陰面消去処理手段を、前記複数の部品に関し、視点から見た場合の各部品の陰線陰面が消去されるような部品の重ね書きを行うことができる描画順位を決定する部品描画順位決定手段と、前記複数の部品毎に、視点から見た場合の部品内の各面の陰線陰面が消去されるような面の重ね書きを行うことができる描画順位を決定する面描画順位決定手段と、により構成し、前記出力手段が、前記部品描画順位決定手段および面描画順位決定手段にて決定された部品および面の描画順位に従って、前記立体モデルの各構成面を2次元平面に投影するようにしてもよい。

【0013】さらに、前記境界立方体は、前記3次元物体を空間的な位置関係により複数のグループ分けしたものであって、グループ中の全ての多角形を包含し、かつ、X-Y平面、Y-Z平面、Z-X平面に平行な面で構成されるものであってもよい。

【0014】本発明の立体画像生成方法は、3次元物体を3次元空間内の多角形の集合体として定義した立体モデルを基に、前記3次元物体の2次元投影画像を生成する立体画像生成方法において、前記立体モデルを構成す

る多角形を、前記 3 次元空間上で互いに重なることのない境界立方体に包含されるまとまりでグループ分けして複数の部品とし、視点から見た場合の各部品の重なり具合の序列、および各部品毎の、視点から見た場合の部品内の各面の重なり具合の序列を判定し、該判定された序列に従って前記立体モデルの各構成面を 2 次元平面に投影することにより前記 2 次元投影画像を得ることを特徴とする。

【0015】上記の場合、前記複数の部品について、視点から見た場合の各部品の陰線陰面が消去されるような部品の重ね書きを行うことができる部品描画順位を求めてこれを前記部品の序列とし、さらに各部品毎に、視点から見た場合の部品内の各面の陰線陰面が消去されるような面の重ね書きを行うことができる面描画順位を求めてこれを前記部品の各面の序列とし、これら部品描画順位および面描画順位に従って前記立体モデルの各構成面を重ね書きすることにより前記 2 次元投影画像を得るようにしてもよい。

【0016】さらに、前記境界立方体は、前記 3 次元物体を空間的な位置関係によりグループ分けしたものであって、グループ中の全ての多角形を包含し、かつ、X-Y 平面、Y-Z 平面、Z-X 平面に平行な面で構成されており、前記部品の重なり具合の序列を、任意の 2 つの境界立方体に関して視点から見た場合の重なり具合の序列をそれぞれの立方体を構成する面の重なり具合を検査することにより行うようにしてもよい。

【0017】上記の通りの本発明によれば、立体モデルを複数の部品に分割し、これら部品の重なり具合の序列と、各部品毎の、部品内の各面の重なり具合の序列とを判定することによって、立体モデルの各構成面の序列が判定される。このように、本発明では、面の重なり具合の序列の判定が部品毎に行われるので、立体モデルの各構成面 1 つ 1 つに対して重なり具合の序列を全て判定していた従来の場合と比べ、序列の判定の回数は大幅に少なくなり、高速な陰線陰面消去処理が可能になる。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0019】図 1 は、本発明の一実施例の立体画像生成装置の概略構成を示すブロック図である。

【0020】本実施例の立体画像生成装置は、レンダリングパラメータ入力手段 101、立体モデル入力手段 102、立体モデル記憶手段 103、陰線陰面消去処理手段 104、面データ出力手段 107 より構成されている。

【0021】レンダリングパラメータ入力手段 101 は、少なくとも視点位置と視線の方向とを規定する情報を含んだレンダリングパラメータ（ここでは、視点位置座標および投影面位置）を入力する。

【0022】立体モデル入力手段 102 は、物体を 3 次

元空間内の多角形の集合体として定義した立体モデルに関する情報（ここでは、3 次元物体の形状および配置）を入力する。

【0023】立体モデル記憶手段 103 は、上記レンダリングパラメータ入力手段 101 および立体モデル入力手段 102 からの入力情報を記憶する。この立体モデル記憶手段 103 では、詳しくは後述するが、物体を 3 次元空間内の多角形の集合体として定義した立体モデルを、3 次元空間上で互いに重なることのない境界立方体に包含されるまとまりでグループ分けし（以下、グループ分けされた面群を部品と呼ぶ）、部品単位で情報の記憶が行われる。

【0024】陰線陰面消去処理手段 104 は、視点から見た場合の各部品の重なり具合の序列、および各部品毎の、視点から見た場合の部品内の各面の重なり具合の序列を判定することにより、立体モデルを表示する際の陰線陰面消去を行う手段である。その構成は、部品描画順位決定手段 105 および面描画順位決定手段 106 を備えている。部品描画順位決定手段 105 は、視点から見た際の各部品の陰線および陰面が消去されるような、部品の重ね書きを行うことができる描画順位を決定する。面描画順位決定手段 106 は、各部品毎に、視点から見た際の部品内の各面の陰線および陰面が消去されるような、面の重ね書きを行うことができる描画順位を決定する。本実施例では、この決定された部品描画順位および面描画順位に従って描画が行われる。

【0025】次に、立体モデル記憶手段 103 について詳しく説明する。立体モデル記憶手段 103 は、図 2 に示すように、少なくとも立体モデルデータ記憶部 201 と、部品データ記憶部 202 と、面データ記憶部 203 と、3 次元頂点データ記憶部 204 と、2 次元データ記憶部 205 と、レンダリングパラメータ記憶部 206 と、を備えている。

【0026】立体モデルデータ記憶部 201 は、3 次元頂点データ記憶部 204 に記憶される各頂点要素に関する 3 次元頂点データの先頭アドレスと、2 次元頂点データ記憶部 205 に記憶される各頂点要素に関する 3 次元頂点データの先頭アドレスと、立体モデルに含まれる部品の数を記憶する領域と、部品データ記憶部 202 上の各部品データへのアドレスを部品数分だけ格納する領域と、を備えている。

【0027】部品データ記憶部 202 は、個々の部品に含まれる面データの数を記憶する領域と面データ記憶部 203 上にある部品に含まれる面のデータのアドレスを立体モデルに含まれる面の数分格納する領域とを備えている。

【0028】面データ記憶部 203 は、それぞれの面の頂点の数と面の頂点に対応した、3 次元頂点データ記憶部 204 および 2 次元頂点データ記憶部 205 上の座標値データのアドレスを記憶する領域と、視点から面を見

た場合に面が裏返しになっている場合にその状態を表す可視フラグを記憶する領域と、を備えている。

【0029】3次元頂点データ記憶部204は、立体モデルに含まれる全ての頂点の3次元座標値を記憶する領域を備え、2次元頂点データ記憶部205は、立体モデルに含まれる全ての頂点に対応した投影変換後の2次元座標値を記憶する領域を備えている。これら3次元頂点データおよび2次元頂点データの並びは対応しており、それぞれは配列となっているので、立体モデルデータ記憶部201に記憶されている3次元頂点データおよび2次元頂点データの各先頭アドレスを基準として、同一配列要素番号で対応する頂点座標データにアクセスすることが可能になっている。

【0030】レンダリングパラメータ記憶部206は、入力された視点位置および投影面位置を記憶する。ここでは、視点のX、Y、Z座標値が記憶される。

【0031】次に、この立体画像生成装置の動作を図3～図7を参照して説明する。

【0032】図3は立体画像生成装置の全体の処理手順を示すフローチャートである。

【0033】まず、ステップS101で、レンダリングパラメータ入力手段101から入力された視点位置座標および投影面位置、立体モデル入力手段102から入力された立体モデルデータが、立体モデル記憶手段103上に記憶される（ステップ101）。この際、面データ記憶部203の全ての可視フラグはON状態に初期化される。

【0034】ここで、立体モデルデータは、例えば図10に示すような立体化した文字列を、3次元空間上の複数の面の集合として定義するものである。このような立体の文字列は、図8に示すように線分の輪郭線で構成された2次元の文字列を、奥行き方向に適当な距離をおいた2つの文字列とし、これら文字列間でそれぞれの線分の端点同士を結ぶ線分を含んだ、線分で囲まれる多角形を考えればよい。なお、この際、各文字に相当する線分の集まりは2次元上で重なる部分を持たない矩形に包含されており、立体化の操作をした後の各文字を構成する面群もまた、図9に示すような、3次元空間上では互いに重なる部分を持たない境界立方体にそれぞれ包含される。

【0035】立体モデル記憶手段103上では、図2(a)～(b)に示すように部品データ、面データ、3次元頂点データ、レンダリングパラメータで構成された立体モデルパラメータとして記憶される。

【0036】ここで、立体モデルの記憶様式に関し、図10の例を参照して詳細に説明する。線分の継ぎ目に相当する頂点の位置座標が順に3次元頂点データ記憶部204上の配列で格納される。図10に示す立体化した文字列では、文字の形をした正面と矩形の側面は、それぞれ面データであり、3次元頂点データ間をつないで

る多角形として定義されることから、面データ記憶部203には、各面要素毎に面に含まれる頂点の数と、それら頂点を辿る順番に並んだ3次元頂点データへのアドレスが格納されている。ここでは、頂点を辿る順番は、面を通り、かつ、面に垂直な線上で立体を外部から見た場合に反時計回りとなるような順番とする。

【0037】部品データ記憶部202には、部品データとして、面データを参照するためのアドレスなどが記憶される。ここで、部品は、図10の個々の文字に相当し、図9に示す立方体のように互いに重なる部分の無い立方体で括られる面データのまとまりである。部品データは、それぞれの部品に含まれる面の数と各面データへのアドレスを含むデータである。

【0038】立体モデルデータ記憶部201には、部品の数とそれぞれの部品のデータのアドレスと3次元頂点データおよび2次元頂点データの先頭アドレスが記憶されている。この立体モデルデータを起点に全ての立体構成要素を参照できる。

【0039】上記ステップS101にて立体モデルデータの入力が行われると、次いで、ステップS102で、部品を包含し、互いに重なる境界立方体を立体モデルとして生成する。立方体の各面は、各部品を構成するX-Y平面、Y-Z平面、Z-X平面にそれぞれ投影した投影像を包含する最小外接矩形として求める。

【0040】続いて、ステップS103で、上記ステップS102で生成した境界立方体に関して並べ替えを行う。図4は、このステップS103の詳細な処理手順を示すフローチャートである。同図では、部品を記号Bで表し、添字は部品配列での要素番号を表す。

【0041】まず、ステップS201で、部品データポイントaが0に初期化される。次いで、ステップS202で、部品データポイントbが、a+1に設定される。次いで、ステップS203で、部品B「a」と部品B「b」とで視点からみた場合の重なり状況を判定する。図5は、このステップS203の詳細な処理手順を示すフローチャートである。同図では、面データを記号Fで表し、第1番目の添字は面データが属している部品の番号を示し、第2の添字は面データポイントであり、部品内での面の番号を示す。例えば、境界立方体は、6面であるので第2の添字は、0から5の値となる。

【0042】図5に示すように、まず、ステップS301で、面データポイントiを0に初期化する。次いで、ステップS302で、面データポイントjを0に初期化する。次いで、ステップS303で、面F「a, j」が面F「b, j」を隠すかどうかを判断する。このステップS303の結果が偽（FALSE）であればステップS307へ進み、真（TRUE）であればステップS304へ進む。図7は、このステップS303の詳細な処理手順を示すフローチャートである。同図では、面を記号Fで表しているが、第1の添字は省略してあ

る。

【0043】図7に示すように、まずステップS501で、面F[i]と面F[j]が2次元投影面に投影した際に重なるかどうかを判断する。重ならない場合は、ステップS507へ進み、戻り値にFALSEを設定して図5のステップS303の続きへ戻る。重なる場合は、ステップS502へと進む。

【0044】ステップS502では、面F[j]の全ての頂点が面F[i]の前方にあるかどうかを検査する。検査結果がTRUEである場合には、ステップS507へ進み、戻り値にFALSEを設定して図5のステップS303の続きへ戻る。FALSEである場合には、ステップS503へ進む。

【0045】ステップS503では、面F[i]の全ての頂点が面F[j]の後方にあるかどうかを検査する。検査結果がTRUEである場合には、ステップS507へ進み、戻り値にFALSEを設定して図5のステップS303の続きへ戻る。FALSEである場合には、ステップS504へ進む。

【0046】ステップS504では、面F[i]の全ての頂点が面F[j]の前方にあるかどうかを検査する。検査結果がTRUEである場合には、ステップS506へ進み、戻り値にTRUEを設定して図5のステップS303の続きへと戻る。FALSEである場合には、ステップS505へ進む。

【0047】ステップS505では、面F[j]の全ての頂点が面F[i]の後方にあるかどうかを検査する。検査結果がTRUEである場合には、ステップS506へ進み、戻り値にTRUEを設定して図5のステップS303の続きへと戻る。FALSEである場合には、ステップS507へ進み、戻り値にFALSEを設定して図5のステップS303の続きへ戻る。

【0048】以下、再び図5の続きを説明する。

【0049】ステップS307へ進んだ場合は、戻り値にFALSEを設定して図4のステップS203の続きへ戻る。ステップS304へ進んだ場合は、面F[b, j]が面F[a, j]を隠すかどうかを検査する。このステップS304の処理では、ステップS303の面を入れ替えて図7のステップS501～S507の処理を同様に行う。

【0050】上記ステップS304の検査結果がTRUEとなった場合は、ステップS306へ進み、戻り値にTRUEを設定して図4のステップS203の続きへ戻る。検査結果がFALSEとなった場合は、ステップS305へ進み、面データポインタjを1増加する。そして、ステップS308で、面データポインタjと部品データ[b]の面数との比較をする。面データポインタjが部品データ[b]の面数より小さい場合は、ステップS302へ戻り、面データポインタjが部品データ[b]の面数以上となった場合は、ステップS309へ進み、

面データポインタiを1増加する。

【0051】ステップS309にて面データポインタiが1増加されると、次いで、ステップS310で、面データポインタiと部品データB[a]の面数との比較をする。面データポインタiが部品データB[a]の面数より小さい場合は、ステップS301へ戻り、面データポインタiが部品データB[a]の面数以上となった場合には、戻り値にFALSEを設定して図4のステップS203の続きへ戻る。

【0052】以下、再び図4の続きを説明する。

【0053】ステップS203の結果が、TRUEであった場合は、ステップS205へ進む。ステップS205では、部品B[b]を部品B[a]の直前に移動し、ステップS201へ戻り、以上に説明した処理を繰り返す。この際の部品の移動は、立体モデル記憶手段103上にある元々の立体モデルデータの立体モデルデータ記憶部201の部品データへのアドレスの配列に対しても同時に行う。また、部品データポインタa, bはともに更新されていないが、データの入れ替えがなされている。

【0054】ステップS203の結果が、FALSEであった場合には、ステップS204へ進み、部品データポインタbを1増加する。続くステップS206で、部品データポインタbが部品数以上であるかどうかを判定する。判定結果がFALSEである場合は、ステップS202へ戻り、以上で説明した処理を繰り返す。判定結果がTRUEである場合には、ステップS207へ進み、部品データポインタaを1増加する。

【0055】続くステップS208では、部品データポインタaが部品数以上であるかどうかを判定する。判定結果がFALSEである場合は、ステップS201へ戻り、以上で説明した処理を繰り返す。判定結果がTRUEである場合には、部品ソートの処理を終了する。

【0056】上述の図4における部品ソートの処理（図3のステップS103の処理）の流れを簡単に説明すると、次のようなことになる。まず、元々の部品の並びの先頭から順次部品に着目していき、着目した部品とその他の部品の前後関係を検査して、着目した部品よりも後方に位置する部品がなかった場合には、着目する部品を次の部品に移す。一方、着目した部品よりも後方に位置する部品があった場合には、その部品を着目していた部品の前に移動して新たな着目部品として処理を行う。こうして、一通りの部品の処理が終了した時点では、立体モデルデータ記憶部201上の部品データのアドレスの配列は、重なりのある順序で部品が並べ替えられる。

【0057】以下、再び図3の続きを説明する。

【0058】ステップS103で、上述した部品ソートの処理が行われると、次いでステップS104で、不可視面除去を行う。視点から見て裏返しになっている面は物体の陰になっているので、最終的な2次元投影画像で

は描画されない。このため、後段の処理の無駄を省くためにこの時点で裏返しになっているかどうかを検査し、可視フラグの値を更新しておく（ここでは、裏返しになっている場合は可視フラグがオフにされる）。以降の処理では、可視フラグがオンになっている面は処理の対象から外される。

【0059】続くステップS105で、面ソートを行う。立体モデルデータ記憶部201に格納されている部品データのアドレスの順番に従って、順次部品データがステップS105で処理される。図6は、このステップS105の詳細な処理手順を示すフローチャートである。同図では、面を記号Fで表し、添字は部品データ記憶部202上の面データの配列の要素番号を表す。

【0060】まず、ステップS401で面データポイント*i*が0に初期化される。次いで、ステップS402で、面データポイント*j*が*i*+1に設定される。次いで、ステップS403で、視点から見た場合に面F[i]が面F[j]を隠すかどうかを検査する。このステップS403の処理は、上述の部品ソート処理で説明した図7の処理と同様であるので、ここでは詳しい説明は省略する。

【0061】上記ステップS403の戻り値がTRUEであった場合は、ステップS405へ進む。ステップS405では、面F[j]を面F[i]の直前に移動した後、ステップS401の処理へ戻る。ステップS403の戻り値がFALSEであった場合は、ステップS404へ進み、*j*を1増加させる。続くステップS406で、面データポイント*j*と面の数を比較し、面データポイント*j*の方が小さい場合には、ステップS402へ戻り、以上で説明した処理を繰り返し、面データポイント*j*の方が大きい場合には、ステップS407へ進み、*i*を1増加させる。

【0062】続くステップS408で、面データポイント*i*と面の数を比較し、面データポイント*i*の方が小さい場合には、ステップS401へ戻り、以上で説明した処理を繰り返し、面データポイント*i*の方が大きい場合には、次の部品データに対して同様の処理を繰り返し、全ての部品データの処理を終了するまで繰り返す。

【0063】以上説明したステップS101～ステップS105の処理で、陰線陰面消去処理手段104による立体モデルデータおよび部品データの内容の並べ替えが行われる。

【0064】以下、再び図3の続きを説明する。

【0065】続くステップS106では、全ての面に対して、予め定められた光源位置などのパラメータに従って、グローシェーディング等の方法により面の色が決められる。このステップS106でシェーディングが施された立体モデルデータの頂点データは、レンダリングパラメータ記憶部206の視点座標と投影面の位置を基に2次元平面上の座標に変換された2次元頂点データ記

憶部205へ順次格納される。

【0066】続くステップS108で、立体モデルデータ記憶部201の部品データアドレスの並びに従って、部品データ記憶部202の面データポイントが参照され、面データポイントは、立体モデルデータ記憶部201の2次元頂点データアドレスを参照して順次頂点座標を参照して、多角形の出力を行う。この結果、図11に示すような2次元投影画像が得られる。

【0067】全ての部品データおよび面データの出力が終了した時点で、立体画像の生成処理が終了する。

【0068】以上説明した本実施例の立体画像生成装置は、立体化した文字列の2次元投影画像を生成するものであったが、本発明はこれに限定されるものではなく、文字列に代えて種々の3次元物体を適用することが可能である。

【0069】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0070】従来は、任意の2つの面（立体モデルを構成する面）に関して視点から見た場合の重なり具合の序列を判定するといった処理を全ての面について行っている。立体モデルに含まれる面の数を*C*とした場合、任意の2面の組み合わせの数*C*は、

$$C = N \times (N - 1) / 2$$

であり、この回数分の重なり具合の判定が必要とされる。すなわち、重なり具合の判定の回数が面の数の二乗に比例して増加することとなり、例えば図10に示すような複雑な形状をした文字列を処理する場合には、多大な処理時間が必要であった。これに対して、本発明では、立体モデルを部品データに分割し、まず部品のまとまり単位で部品の重なり具合の序列を判定した後、部品毎に面の序列を判定して、立体モデルの各構成面の序列を求めている。この場合の序列の判定処理は、立体モデルを*M*個の部品に分割した場合、平均して1/*M*²の処理時間で処理できることになる。

【0071】以上のことから、本発明によれば、立体モデルの各構成面の序列の判定回数を大幅に少なくすることができるので、高速な陰線陰面消去処理が可能になるという効果がある。さらには、序列の判定回数が少ないことから、ワークメモリを大幅に削減でき、リソースの乏しい小規模なシステム上でも適用できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の立体画像生成装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す立体モデル記憶手段の構成を説明するための図で、(a)～(f)は各記憶部の構成を示す図である。

【図3】図1に示す立体画像生成装置の全体の処理手順を示すフローチャートである。

【図4】図3の部品ソートの処理を詳細に説明するフローチャートである。

【図5】図4の処理の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図6】図3の面ソートの処理を詳細に説明するフローチャートである。

【図7】図5の処理の一部を詳細に説明するフローチャートである。

【図8】線分の輪郭線で構成された2次元の文字列の一例を示す図である。

【図9】境界立方体を説明するための図である。

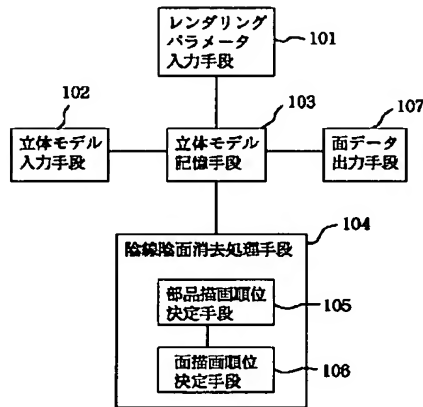
【図10】立体モデルを説明するための図である。

【図11】2次元投影画像の一例を示す図である。

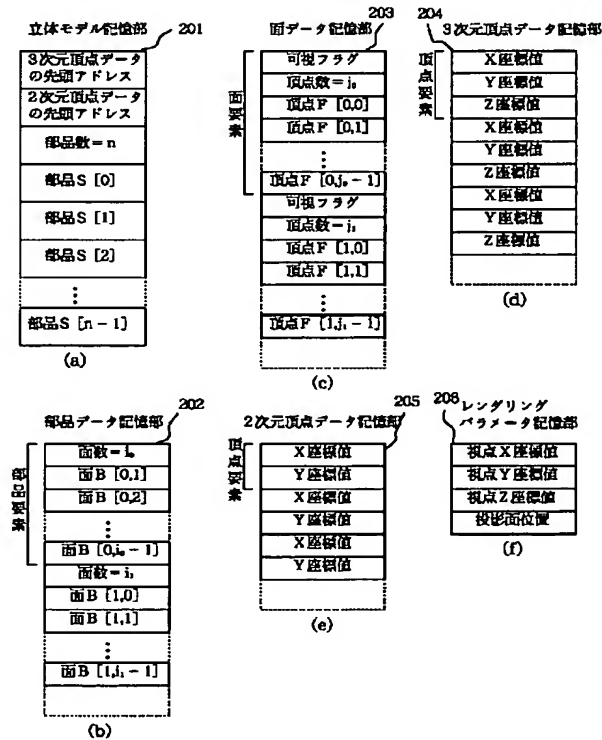
【符号の説明】

- 101 レンダリングパラメータ入力手段
- 102 立体モデル入力手段
- 103 立体モデル記憶手段
- 104 陰線陰面消去処理手段
- 105 部品描画順位決定手段
- 106 面描画順位決定手段
- 107 面データ出力手段
- 201 立体モデルデータ記憶部
- 202 部品データ記憶部
- 203 面データ記憶部
- 204 3次元頂点データ記憶部
- 205 2次元頂点データ記憶部
- 206 レンダリングパラメータ記憶部

【図1】



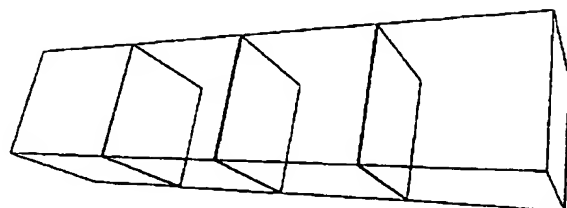
【図2】



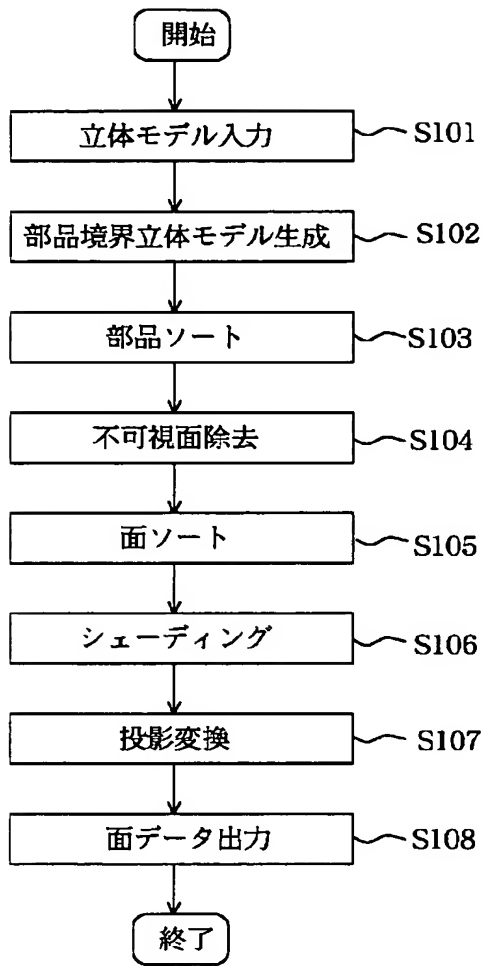
【図8】

立体文字

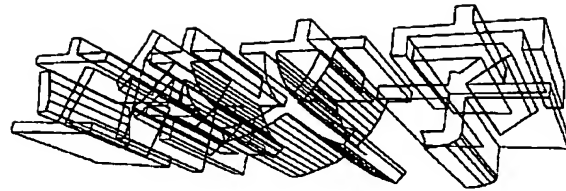
【図9】



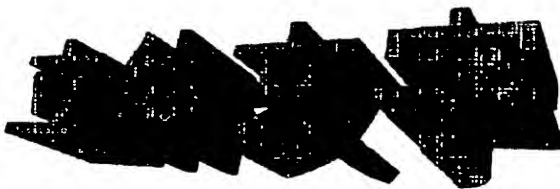
【図 3】



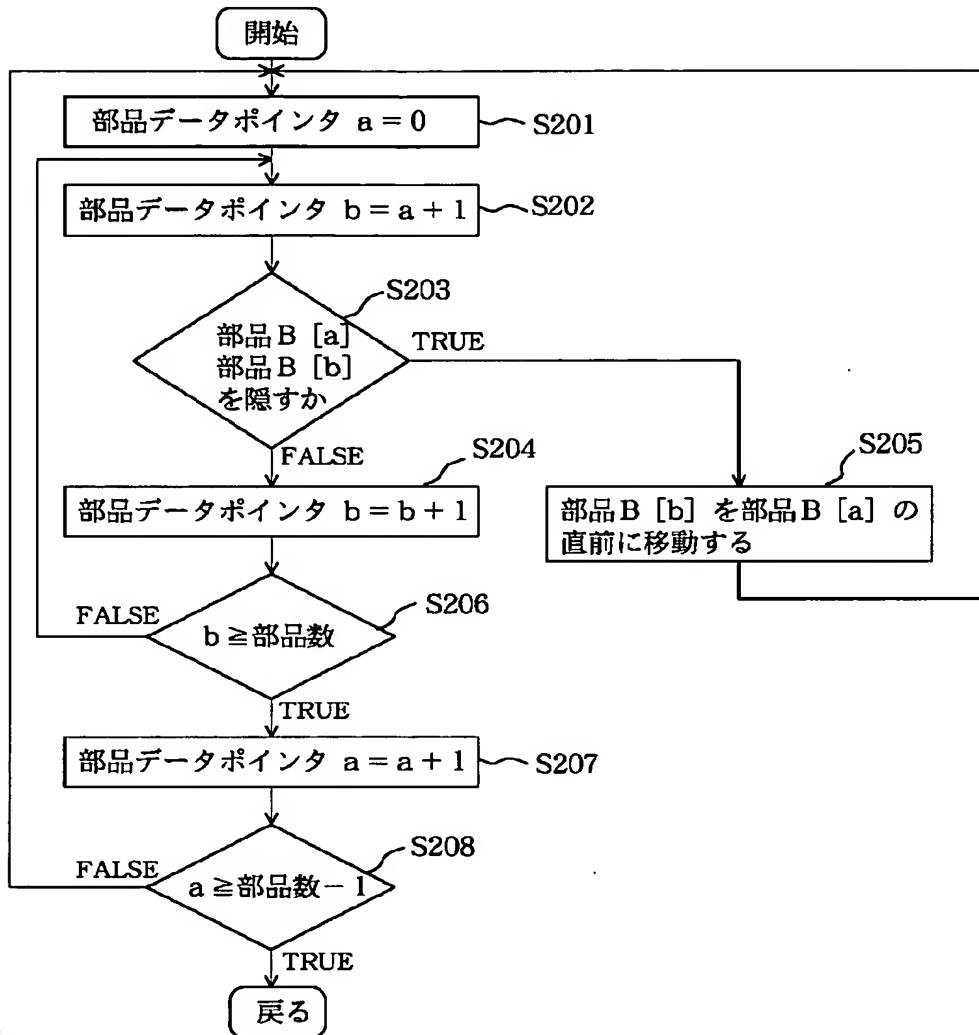
【図 10】



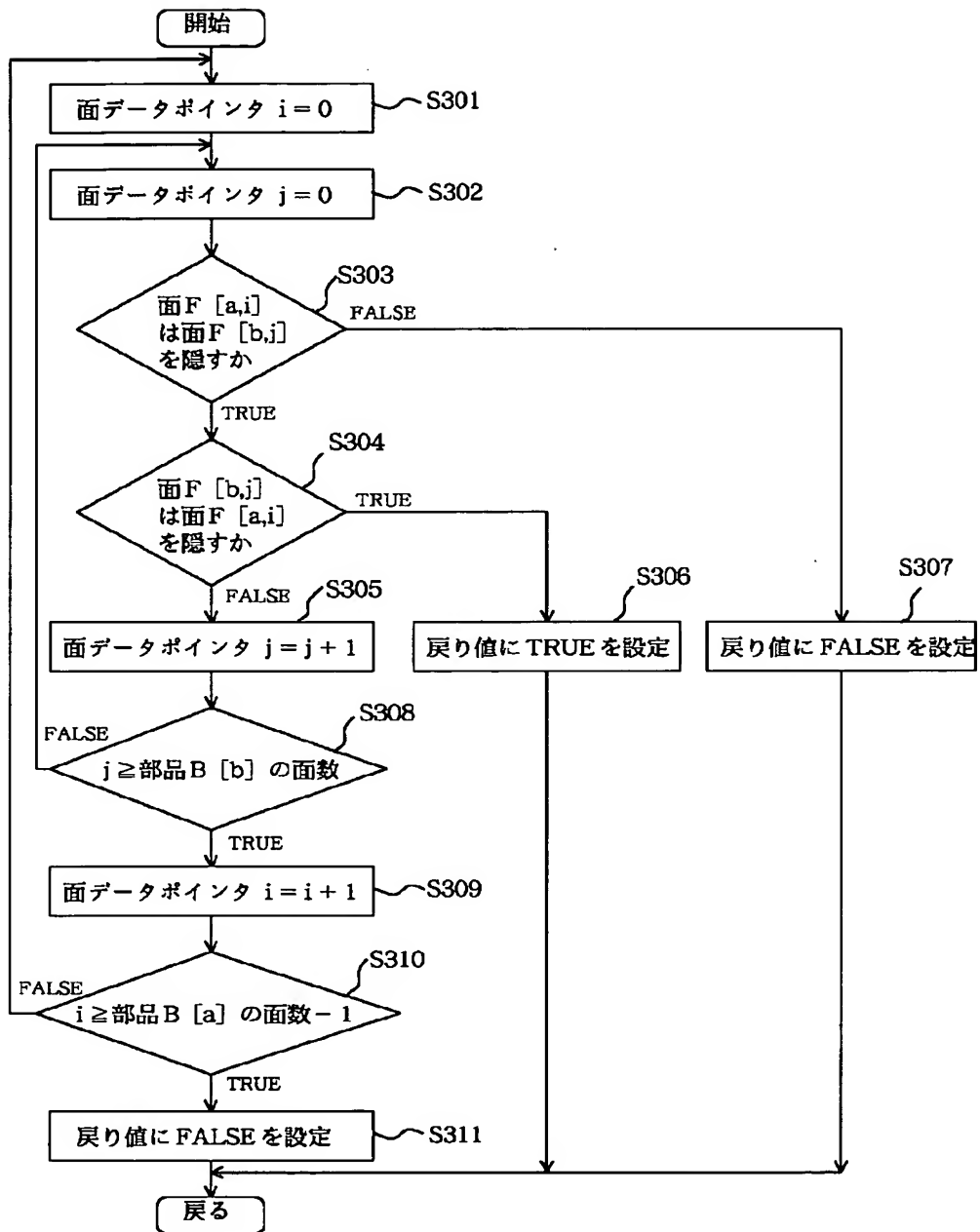
【図 11】



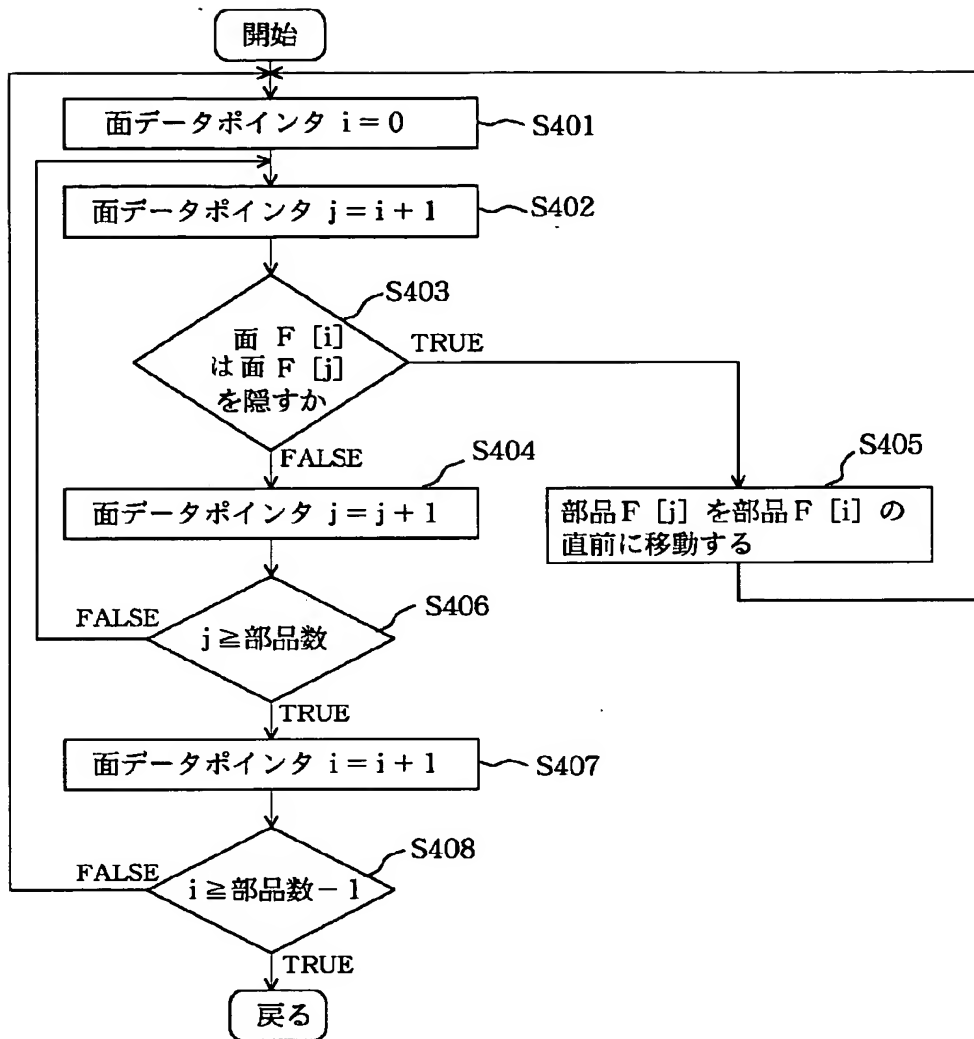
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

